

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-241186

(43)Date of publication of application : 16.09.1997

(51)Int.Cl. C07C 19/08
C07C 17/10

(21)Application number : 08-050323 (71)Applicant : SHOWA DENKO KK

(22)Date of filing : 07.03.1996 (72)Inventor : ONO HIROMOTO
NAKAJO TETSUO
ARAI TATSUHARU
OI TOSHIO

(54) PRODUCTION OF HEXAFLUOROETHANE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a hexafluoroethane useful for dry etching for semiconductors industrially safely in high yield by reacting a hydrofluorocarbon containing two carbon atoms in the molecule with a fluorine gas in a gaseous phase in the presence of a diluting gas.

SOLUTION: (A) A hydrofluorocarbon containing two carbon atoms in the molecule (preferably 1,1,1,2-tetrafluoroethane, 1,1,2,2-tetrafluoroethane or pentafluoroethane) is reacted with (B) a fluorine gas in a gaseous phase in the presence of (C) a diluting gas (preferably containing at least one of tetrafluoromethane, hexafluoroethane, octafluoropropane and hydrogen fluoride) preferably at a raised temperature of 250-500° C. The component C is preferably a gas rich in hydrogen fluoride. The reaction is preferably carried out under 0-3MPa reaction pressure.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2947158

[Date of registration] 02.07.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-241186

(43) 公開日 平成9年(1997)9月16日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 7 C 19/08		7106-4H	C 0 7 C 19/08	
17/10		7106-4H	17/10	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-50323

(22) 出願日 平成8年(1996)3月7日

(71) 出願人 000002004

昭和電工株式会社
東京都港区芝大門1丁目13番9号

(72) 発明者 大野 博基

神奈川県川崎市川崎区扇町5番1号 昭和
電工株式会社化学品研究所内

(72) 発明者 中條 哲夫

神奈川県川崎市川崎区扇町5番1号 昭和
電工株式会社化学品研究所内

(72) 発明者 新井 龍晴

神奈川県川崎市川崎区扇町5番1号 昭和
電工株式会社川崎工場内

(74) 代理人 弁理士 矢口 平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘキサフルオロエタンの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとから安全にかつ効率よくヘキサフルオロエタンを製造する。

【解決手段】 分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとを気相で希釈ガスの存在下で250～500℃で反応させる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとを気相で希釈ガスの存在下にて、高められた温度で反応させることを特徴とするヘキサフルオロエタンの製造方法。

【請求項2】 希釈ガスが、テトラフルオロメタン、ヘキサフルオロエタン、オクタフルオロプロパンおよびフッ化水素の少なくとも一つを含有するガスである請求項1の製造方法。

【請求項3】 希釈ガスが、フッ化水素に富むガスである請求項1の製造方法。

【請求項4】 反応を250～500℃の温度で行う請求項1の製造方法。

【請求項5】 分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類が、フッ素原子を3個以上含有するハイドロフルオロカーボンである請求項1の製造方法。

【請求項6】 分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類が、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン、1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタンおよびペンタフルオロエタンの少なくとも一つである請求項5の製造方法。

【請求項7】 分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類が、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンである請求項6の製造方法。

【請求項8】 分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類の反応器入口濃度が6モルパーセント以下で反応を行う請求項1の製造方法。

【請求項9】 1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンの反応器入口濃度が4モルパーセント以下である請求項8の製造方法。

【請求項10】 反応圧力を0～3MPaで反応を行う請求項1の製造方法。

【発明の詳細な説明】

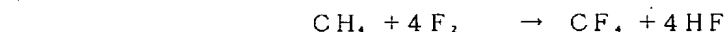
【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとを気相で希釈ガスの存在下にて、高められた温度で反応させてヘキサフルオロエタンを製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ヘキサフルオロエタン（以下、「FC-116」または「CF₃CF₃」という）は、例えば半導体のドライエッチング用などに使用される。このFC-116の製造方法に関しては、従来から様々な方法が提案されている。その例を挙げれば、(1)エタンおよび

$$(\Delta H = -690 \text{ kcal/mol})$$



$$(\Delta H = -479 \text{ kcal/mol})$$

*び/またはエチレンを原料とする電解フッ素化法、

(2)四フッ化エチレン等を熱分解する熱分解法、

(3)アセチレン、エチレンおよび/またはエタン等を金属フッ化物を用いてフッ素化する方法、(4)ジクロロテトラフルオロエタンやクロロペンタフルオロエタン等をフッ化水素を用いてフッ素化する方法、(5)フッ素ガスを用いてエタン等と反応させる直接フッ素化法等が知られている。

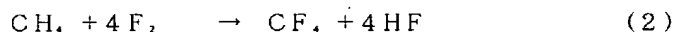
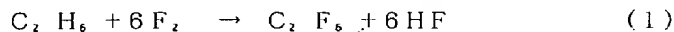
【0003】上記(1)の方法は副反応が多く、生成物の分離や精製に問題がある。(2)の方法は反応温度が高温を要し、しかも収率が低い。(3)の方法は反応熱の制御は改善されるものの、金属フッ化物のフッ素ガスによる再生やフッ素の消費量等問題がある。(4)の方法はフッ化水素を使用する反応では副生物として大量の塩酸を生じ、しかも高温を要し収率が低い。

【0004】(5)の反応としては、次のような例が知られている。(a)ジェットリアクターによりフッ素ガスとエタン(C₂H₆)を反応させテトラフルオロメタンやC₂F₆を得る方法：希釈ガスに窒素使用(J. Amer. Chem. Soc., 77, 3307(1955)、J. Amer. Chem. Soc., 82, 5827(1960))、(b)多孔質のアルミナ管を持つ反応器でC-Hをフッ素ガスでフッ素化する方法(EP-31519(1981))、(c)多孔質の金属管を持つ反応器(二重管構造)で、希釈ガス存在下で、直鎖の炭化水素をフッ素ガスでフッ素化する方法：希釈ガスとしてSF₆、CF₄、C₂F₆、C₃F₈使用(EP-32210(1981))等が知られている。その他のフッ素ガスを用いる反応例として、(e)飽和または不飽和炭化水素または部分的にフッ素化された炭化水素にフッ素ガスを反応させてハイドロフルオロカーボンを製造する方法(US-5406008(1995))やアルケンとフッ素ガスを吸着含有する炭素とからフッ素化アルケンを製造する方法(特開平2-207052)等も知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記のようにフッ素ガスを使用する直接フッ素化法は、極めて反応性に富むフッ素ガスを用いるため、基質である有機化合物とフッ素ガスとの爆発や腐食等の危険があり、さらには発熱によるC-C結合の切断や重合、また炭素の生成、堆積等による急激な反応や爆発等の副反応も危険である。例えば、直鎖の炭化水素とフッ素ガスを使用する直接フッ素化法によるパーフルオロ化合物の場合、次のような非常に大きな反応熱を伴う。

【0006】



50 エタンを原料とする場合(1)式はエタン1モルにつき

6モルのフッ素が、メタンを原料とする(2)式はメタン1モルにつき4モルのフッ素が必要である。

【0007】このように、反応熱はフッ素のモル数に比例し、フッ素量が多い程反応熱が大きくなる。このため発熱によるC-C結合の切断や爆発等が起こりやすく、さらには収率の低下をもたらす、工業的製造、操業上の問題となる。このため、直接フッ素化法における反応熱の急激な発生を抑える方法として、フッ素を他の不活性ガス(窒素やヘリウム等)で希釈する、基質である有機化合物をフッ素に対して不活性な溶媒に低濃度に溶かしておく、反応を低温領域で行うこと、また反応を気相で行うときは、基質である有機化合物にフッ素が少しずつ接触するようにジェットリアクターなどの装置が考えられていた。本発明は、前記のような問題や課題を解決するためになされたものであり、従ってその目的は、基質としての有機化合物とフッ素ガスを使用する直接フッ素化法において、安全かつ経済的に効率よくFC-116を製造することができる製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の課題は、分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類(HFC)とフッ素ガスとを気相で希釈ガスの存在下にて、高められた温度で反応させるヘキサフルオロエタンの製造方法を提供することによって解決できる。

【0009】この希釈ガスは、テトラフルオロメタン、ヘキサフルオロエタン、オクタフルオロプロパンおよびフッ化水素の少なくとも一つを含有することが好ましく、より好ましくはフッ化水素に富むことが望ましい。

【0010】基質である有機化合物としては、分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン(HFC)類で、また分子内にフッ素原子を3個以上含有する化合物である。好ましくは、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン(CF₃CH₂F)、1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタン(CF₂CH₂CF₂)および/またはペンタフルオロエタンであり、より好ましくは1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンが望ましい。

【0011】本反応を実施するに際しては、分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類の反応器入口濃度を6モルパーセント以下の範囲とし、好ましくは1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンでは反応器入口濃度を4モルパーセント以下の範囲とすることが好ましい。

【0012】また、反応温度は高められた温度範囲で、*



($\Delta H = -231 \text{ kcal/mol}$)



($\Delta H = -119 \text{ kcal/mol}$)

1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンやペンタフルオロエタンを原料とすれば、炭化水素化合物のフッ素ガス

* 250~500℃の範囲内とすることが望ましい。反応圧力は0~3MPaの範囲内で実施することが望ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に、本発明のFC-116の製造方法を更に詳しく説明する。本発明の出発原料となる有機化合物は、分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類であり、次の一般式(3)で表される。



この一般式(3)において、xは $1 \leq x \leq 5$ の整数であり、yは $1 \leq y \leq 5$ の整数であり、かつxおよびyが $x+y=6$ の条件を満たす化合物であり、具体的にはフルオロエタン(C₂H₄F₂)、1, 2-ジフルオロエタン(CH₂FCF₂CH₂F)、1, 1-ジフルオロエタン(CF₂CH₂CF₂)、1, 1, 1-トリフルオロエタン(CF₃CH₂F)、1, 1, 2-トリフルオロエタン(CF₂CH₂CF₂)、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン(CF₃CH₂CF₂)、1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタン(CF₂CH₂CF₂)、ペンタフルオロエタン(CF₃CH₂CF₃)の化合物であり、これらの原料は単独でも、いずれか2種以上の混合物でも使用することができる。

【0014】前述したように有機化合物とフッ素ガスとの反応は、非常に大きな反応熱を伴い、反応熱はフッ素のモル数に比例し、フッ素量が多い程反応熱が大きくなることを考慮すれば、HとFの置換が少ないほど問題となる反応熱の制御が容易となり、また高価なフッ素の使用量を少なくすることができる。このため、好ましくは上記のハイドロフルオロカーボン類の中でも分子内にフッ素原子を3個以上含有する化合物が望ましく、更に好ましくはフッ素原子を4個以上含有する化合物が望ましく、具体的には1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン、1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタンおよび/またはペンタフルオロエタンである。

【0015】1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンやペンタフルオロエタンは、クロロフルオロカーボン(CFC)やハイドクロロフルオロカーボン(HCFC)の代替品として工業生産されており、入手も容易であり純度も99.9%以上と高い。これらの化合物とフッ素ガスによるFC-116製造の場合、次のような反応熱となる。

【0016】

によるFC-116製造と比較すると、反応熱が約1/3から1/6に抑えることができる。

【0017】また、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエ

タンとペンタフルオロエタンを比較すれば、より好ましくは1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンである。その理由は、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンを原料とするほうが、反応活性が高いことと、もう一つ重要なことは現在工業生産されているこれらの製品の純度の問題である。1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンは純度が99.9%以上で不純物としては異性体の1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタンが大部分であり、含塩素化合物はほとんど含まれない。

【0018】これに対して、ペンタフルオロエタンはクロロペンタフルオロエタン (CF_3CClF_2) と共沸組成を形成し、蒸留や精製操作を施しても製品中には数百ppm~数千ppm含有される。この含塩素化合物は、反応でフッ化塩素や塩素等を副生し好ましくないため、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンが特に有用である。

【0019】本反応は、上記のハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとを希釈ガスの存在下にて、高められた温度で反応させる。希釈ガスとしては、一般には窒素、ヘリウムやアルゴン等の不活性ガスが使用されるが、目的物とこれらの不活性ガスの分離、精製を考慮すると、コスト面から有利な方法とはいえない。本発明は、希釈ガスとしてテトラフルオロメタン (沸点: -127.9°C)、ヘキサフルオロエタン (沸点: -78.5°C)、オクタフルオロプロパン (沸点: -37.7°C) およびフッ化水素 (沸点: 20°C) の少なくとも一つを含有する成分を希釈ガスとして使用し、燃焼や爆発を抑える効果とともに、ヘリウム (沸点: -268.9°C) 等と比較してこれらは高沸点であり分離、精製のエネルギーコストが有利となる。また、より好ましくはフッ化水素に富む成分を希釈ガスとして使用する方法である。

【0020】例えば、前記の(4)式で示したように1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン1モルとフッ素2モルとの反応から $\text{FC}-116$ が1モルとフッ化水素は2モルが生成する。目的物の $\text{FC}-116$ と副生フッ化水素は沸点差が約 100°C あり、分縮等の簡便な方法でフッ化水素に富む成分を得ることができ、これを希釈ガスとして使用すると経済的である。また、フッ化水素は希釈ガスとして新たに添加してもよい。更に、フッ素ガスを用いる直接フッ素化法では長期間の反応で前述したようにC-C結合の切断等により炭素の生成、堆積等が起こる。この炭素の生成、堆積等はフッ素ガスとの急激な反応や爆発の危険性があるがフッ化水素は希釈ガスとして使用することで炭素の生成、堆積を抑えることができる。フッ化水素に富む成分とはフッ化水素を主成分とするという意味である。

【0021】反応の基質、フッ素ガスおよび希釈ガスの存在下で反応を行うが、反応器へ導入する前に、反応の基質、フッ素ガスのいずれか又はどちらも希釈ガスで希

釈された後、反応器へ導入することが一般的である。安全性を考慮すれば、反応の基質もフッ素ガスも共にできるだけ希釈ガスで低濃度とすることが好ましい。

【0022】原料として前記のようなハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとを前記のような希釈ガスの存在下にて反応を行うが、反応温度も本反応を効率よく進行させるに際し重要な条件の一つであり、反応温度は接触時間や出発原料としてのハイドロフルオロカーボンの種類によって最適範囲が変化する。例えば、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンとフッ素の反応の場合、接触時間が大きい (接触時間15秒) 時は反応温度約 50°C から反応が起こり、約 250°C で転化率は約100%となる。反応温度は高められた温度範囲で、好ましくは $250\sim500^\circ\text{C}$ の範囲内である。

【0023】反応温度が 250°C 未満では、ハイドロフルオロカーボンの転化率が低下し、 500°C を越えると、C-C結合の切断や重合等が生じ収率が低下し、また反応器等の腐食やエネルギーコストが高くなる等の問題があり好ましくない。

【0024】接触時間は特に限定されないが、例えば0.1~120秒の範囲で接触時間を大きくすると反応器が大きくなり経済的でないので、一般には1~30秒、より好ましくは3~30秒の範囲が望ましく、また反応基質とフッ素ガスとの混合を良くすることも重要である。前記のようにフッ素ガスを使用する直接フッ素化法は、極めて反応性に富むフッ素ガスを用いるため、基質である有機化合物 (特に水素を含有する化合物) は、フッ素にさらされると燃焼あるいは爆発する危険がある。

【0025】本反応では、基質である有機化合物として水素を含有するハイドロフルオロカーボンを用いるため、ハイドロフルオロカーボン類とフッ素の爆発防止が重要なポイントとなる。爆発を防ぐためには混合ガスの組成が爆発範囲の中に入らないようにする必要がある。本発明者等はハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとの爆発範囲を測定したところ、ペンタフルオロエタンは濃度が約6%、1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンは濃度が約4%以下下限値があることが判明し、本反応の有機化合物入口濃度の安全な範囲が採用される。

【0026】また、反応系に供給するハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスとのモル比は0.5~5.0の範囲内とすることが好ましく、更に好ましくは1.0~3.0の範囲内である。フッ素ガスの供給モルが0.5未満では反応が進行せず効率が悪く、5.0を越えるとフッ素ガスが過剰となり、その回収のための設備等が必要で経済的でない。本反応を行うに当たって反応圧力も爆発等の危険防止の上で重要である。圧力が高くなればなるほど爆発範囲は一般に広がるため、反応はより低圧で行うことが望ましく、反応圧力としては0~3MPaの範囲内が好ましい。また、反応器の材質としては腐

食性ガスに耐性を有するものが好ましく、その例としてはニッケル、インコネル、ハステロイ等を挙げることができる。

【0027】

【実施例】以下に本発明の実施例を示す。まず、本反応に使用した原料を以下に示す。

(1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン) 現在、CF₃CH₂CF₂CH₃ (商品名) の代替品として供給されているエコロエース134a (商品名) を使用した。純分は99.99%以上で、異性体の1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタンを約20ppm含み、含塩素化合物は認められない。

【0028】(ペンタフルオロエタン) 現在、HCFC-22 (CHClF₂) の代替品として供給されているエコロエース125 (商品名) を使用した。純分は99.95%以上で、不純物として1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン、1, 1, 1-トリフルオロエタンや含塩素化合物としてクロロペンタフルオロエタン、1-クロロ-1, 2, 2, 2-テトラフルオロエタンを含ん*

CF₄ 0.56%,
CF₃CH₂F 14.45%,
その他 0.40%

【0031】(実施例2~5) 反応温度を変更した以外は実施例1と同様の操作条件で反応を行った。反応温度並びに得られた結果を表1に示す。 ※

実施例	反応温度 (℃)	組成分析結果 (Vol%)				
		FC-14	FC-116	HFC-125	HFC-134a	その他
2	200	0.49	65.16	28.85	5.20	0.3
3	350	0.78	90.52	8.02	-	0.68
4	450	1.28	95.17	2.66	-	0.89
5	550	4.68	92.55	0.89	-	1.88

【0033】表中のFC-14はCF₄、FC-116はCF₃CF₂、HFC-125はCF₃CH₂F、HFC-134aはCF₃CH₂Fである。表1のその他はCO₂が殆どであるが、550℃ではC₂F₆の生成が認められる。結果から明らかなように低温では目的物FC-116の収率が悪く、高温550℃では選択率が低下し、さらにC-C結合の切断の促進や重合によるC₂のパーフルオロ化合物の生成が認められる。

【0034】(実施例6~8) 実施例1と同様の反応器

* である。

【0029】(実施例1) 内径20.6mmφ、長さ500mmのインコネル600製反応器(電気ヒーター加熱方式: フッ素ガスで温度600℃で不動態化処理を実施済)を窒素ガス30NL/h流し280℃に昇温し、次にフッ化水素を50NL/h、さらに前記希釈ガスを分岐したガス流の一方へハイドロフルオロカーボンとして1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンを1.8NL/h流した。その後、同様に希釈ガスを分岐したガス流のもう一方へフッ素ガスを3.9NL/h供給し反応を行った。1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタンの反応器入口濃度は2.1mol%で、反応温度は280℃であった。

【0030】3時間後、反応生成ガスを水酸化カリウム水溶液およびヨウ化カリウム水溶液でフッ化水素および未反応フッ素ガスを除去し、次いでガスクロマトグラフィーにより組成分析を行ったところ、ガス組成は次の通りであった。

C₂F₆ 84.59%,
CF₃CH₂F trace,
(Vol%)

※【0032】

【表1】

でハイドロフルオロカーボンとしてペンタフルオロエタンを3.6NL/h、フッ素ガス3.9NL/h、希釈ガスとしてフッ化水素50NL/h、窒素ガス30NL/hを供給し、反応温度を変化させた以外は、実施例1と同様な操作で反応を行った。反応温度と得られた結果を表2に示す。

【0035】

【表2】

実施例	反応温度 (℃)	組成分析結果 (Vol%)				
		FC-14	FC-116	HFC-125	C1化合物	その他
6	200	0.21	6.70	92.17	0.48	0.44
7	300	0.48	85.21	13.07	0.47	0.77
8	400	0.72	98.18	-	0.22	0.88

【0036】表2のその他はCO₂が殆どであり、C1化合物はクロロペンタフルオロエタンと1-クロロ-1,2,2,2-テトラフルオロエタンが主である。結果から明らかなようにペンタフルオロエタンは1,1,1,2-テトラフルオロエタンよりもフッ素ガスとの反応性が低い(低温領域)が、収率よくFC-116を得ることができる。しかし、実施例8では塩素とフッ化塩素が検出された。

※

CF ₄	1.46%
CF ₃ CH ₂ F	1.78%
その他	0.78%

【0039】この条件下で30日間の連続反応を行い、30日目の反応出口ガスの組成分析を行ったところ、上記と殆ど変わらなかった。その後、反応を停止し窒素ガスを供給しながら室温まで降温し、反応器の内部表面をファイバースコープ(内視鏡)にて観察を行ったが炭素等の付着や堆積は認められなかった。

※

※【0037】(実施例9)実施例1と同様の反応器でハイドロフルオロカーボンとして1,1,1,2-テトラフルオロエタンを2.2NL/h、フッ素ガス4.8NL/h、希釈ガスとしてフッ化水素60NL/h、テトラフルオロメタン20NL/hを供給し、反応温度480℃で実施例1と同様な操作で反応を行った。得られた結果を示す。

【0038】

C ₂ F ₆	95.98%
CF ₃ CH ₂ F	-
(Vol%)	

※【0040】

【発明の効果】本発明のFC-116の製造方法は、分子内に2個の炭素原子を含有するハイドロフルオロカーボン類とフッ素ガスを気相で希釈ガスの存在下で、工業的に安全かつ収率よくFC-116を製造することができる。

フロントページの続き

(72)発明者 大井 敏夫
神奈川県川崎市川崎区扇町5番1号 昭和
電工株式会社川崎工場内